

TRATAMENTO ENZIMÁTICO E MICROFILTRAÇÃO DE SUCO DE MARACUJÁ-AMARELO
(*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*)

ENZYMATIC TREATMENT AND MICROFILTRATION OF YELLOW PASSION FRUIT JUICE
(*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*)

Aline Bravo Barbosa Couto^a, Izabella Bouhid de Aguiar^b, Flávia dos Santos Gomes^a, Monica Marques Pagani^a, Lourdes Maria Correa Cabral^a

^aEmbrapa Agroindústria de Alimentos, RJ, Brasil. email: alinebravo@hotmail.com

RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá-amarelo, fruto que se destaca por sua variada composição em moléculas bioativas. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da hidrólise enzimática no fluxo permeado e nas características físico-químicas das frações de suco de maracujá obtidas no processo de microfiltração. O tratamento enzimático foi realizada a 30 °C por 1 hora com as enzimas comerciais Rapidase TF (300 e 600 ppm) e Rapidase Adex G (300, 600 e 900 ppm). A microfiltração foi realizada em um sistema piloto de membrana tubular com tamanho médio de poros igual a 0,3 µm e área total de permeação de 0,05 m², à temperatura de 25 °C e pressão transmembrana de 3,0 bar. A cada experimento foram retiradas amostras da alimentação, retido, permeado e uma amostra controle, sem adição de enzima, que foram submetidas à caracterização físico-química. O tratamento enzimático do suco de maracujá com as enzimas Rapidase TF e Rapidase Adex G nas concentrações utilizadas não favoreceu o aumento do fluxo médio do permeado do processo de microfiltração. Estes resultados apontam para um possível aumento do efeito de *fouling* na membrana e consequentemente um aumento da resistência à transferência de massa devido à aplicação dessas enzimas.

Palavras-chave: microfiltração; suco de maracujá; Rapidase TF; Rapidase Adex; hidrólise enzimática.

SUMMARY

Brazil is the greatest producer of passion fruit in the world, a fruit that presents an important composition in bioactive compounds. The aim of this study was to evaluate the effect of enzymatic hydrolysis on the microfiltration permeate flux and on the physicochemical parameters of passion fruit juice. Enzymatic treatment was performed at 30 °C for 1hour with the commercial enzymes Rapidase TF (300 and 600ppm) or Rapidase Adex G (300, 600 e 900ppm). The microfiltration process was performed in a pilot system with tubular membrane of 0.3 µm and 0.05 m² total area of permeation, at 25 °C and 3.0 bar transmembrane pressure. Samples of each experiment consisted of feed, retentate, permeate and a control sample, without the addition of enzyme. The enzymatic treatment of the passion fruit juice did not increased the permeate flux of the microfiltration process. This result points to a possible increase in the fouling effect on the membrane and consequently an increase in the resistance to mass transfer due to the application of these enzymes.

Key words: microfiltration; passion fruit juice; Rapidase TF; Rapidase Adex G; enzymatic hydrolysis.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá-amarelo, com uma produção de 718 mil toneladas e uma produtividade agrícola de 14,15 t/ha (IBGE, 2009). O maracujá tem em sua composição importantes moléculas bioativas as quais já foram mencionadas em vários estudos: substâncias polifenólicas (Zeraik e Yariwake, 2010), ácidos graxos poli-insaturados (Kobori e

Jorge, 2005), fibras (Córdova *et al.*, 2005), entre outras classes de substâncias. A tecnologia de membranas tem sido avaliada como alternativa para reduzir as perdas sensoriais, funcionais e nutricionais que podem ocorrer nos processos comumente utilizados para conservação, clarificação e concentração de sucos de frutas (Vaillant *et al.*, 1999; Sá, *et al.*, 2003). A microfiltração, mais especificamente, vem sendo aplicada para clarificação e redução da carga

microbiana de sucos de frutas e bebidas (Cheryan, 1998; Carneiro *et al.*, 2002; Matta *et al.*, 2004). O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da hidrólise enzimática no fluxo permeado e nas características físico-químicas das frações de suco de maracujá obtido no processo de microfiltração.

MATERIAIS E MÉTODOS

Matéria-prima. O maracujá-amarelo foi adquirido no mercado local do Rio de Janeiro, despulpado em despulpadeira horizontal com peneira de 0,8 mm, e posteriormente centrifugado em centrífuga de cesto. O suco obtido foi mantido congelado (-18 °C) até a sua utilização.

Procedimento experimental. A hidrólise enzimática do suco, foi realizada antes de cada processo de microfiltração. Foram utilizadas as enzimas Rapidase TF nas concentrações de 300 e 600 ppm e Rapidase Adex G nas concentrações de 300, 600 e 900 ppm, a 30°C por 1 hora. Os tratamentos foram comparados a uma amostra controle sem a adição de enzima. A microfiltração foi realizada em um sistema piloto de membrana tubular com diâmetro médio de poros igual a 0,3 µm e área total de permeação de 0,05 m², a temperatura de 25 °C e pressão transmembrana igual a 3,0 bar (Paula *et al.*, 2004). O fluxo permeado através da membrana foi determinado conforme a equação a seguir:

$$J = \frac{V}{A \cdot \Delta t}$$

onde V representa o volume de suco permeado, através da área da membrana (A) durante um determinado tempo Δt. A cada experimento foram recolhidas amostras da alimentação, do retido e do permeado para caracterização físico-química.

Métodos analíticos. As análises físico-químicas realizadas foram capacidade antioxidante (TEAC) (Re *et al.*, 1999; Rufino, 2007); carotenóides totais (Goodwin, 1976); acidez total titulável, sólidos solúveis, sólidos totais, pH (AOAC, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas de suco hidrolisado por Rapidase TF e Rapidase Adex G nas concentrações 300, 600 e 900 ppm não evidenciaram influências significativas nos teores de sólidos solúveis, acidez titulável e pH em relação à amostra sem tratamento (controle).

O efeito do aumento das concentrações das enzimas aplicadas sobre a capacidade antioxidante e teor de carotenóides totais das amostras obtidas no processo de microfiltração estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Capacidade antioxidante do suco de maracujá submetido a diferentes condições de hidrólise.

Tratamento	Capacidade antioxidante (µmol Trolox.100g ⁻¹)		
	A	R	P
Controle	1,30	1,25	0,77
TF 300ppm	1,83	1,19	0,97
TF 600ppm	2,61	1,90	1,23
Adex 300ppm	2,39	1,94	1,45
Adex 600ppm	4,74	2,21	1,32
Adex 900ppm	1,79	1,23	0,95

* A=alimentação, R=retido, P=permeado valores médios(n=3)

Tabela 2. Teor de carotenóides totais do suco de maracujá submetido a diferentes condições de hidrólise.

Tratamento	Carotenóides totais (µg.100g ⁻¹)		
	A	R	P
Controle	2036	2846	14
TF 300ppm	2173	2776	1817
TF 600ppm	2500	2357	2362
Adex 300ppm	1114	1249	34
Adex 600ppm	1246	1564	45
Adex 900ppm	1172	1768	41

* A=alimentação, R=retido, P=permeado valores médios(n=3)

A aplicação de enzima aumentou a capacidade antioxidante em todos os tratamentos quando comparados ao controle. Nos dois tratamentos e no controle a capacidade antioxidante do retido foi maior do que a do permeado. O aumento da concentração da enzima Rapidase TF resultou no aumento da capacidade antioxidante. No caso da Rapidase Adex G, observa-se uma redução da capacidade antioxidante quando a concentração usada foi de 900 ppm.

O suco tratado com Adex apresentou uma queda no teor de carotenóides quando comparado ao suco sem tratamento. O aumento da concentração da enzima TF resultou no aumento da concentração de carotenóides no permeado, indício de que estas moléculas foram liberadas. O tratamento com Rapidase Adex G resultou

numa maior retenção de carotenóides no suco retido e menor teor no permeado.

O comportamento do processo de microfiltração do suco de maracujá hidrolisado e da amostra controle está apresentado na Figura 1.

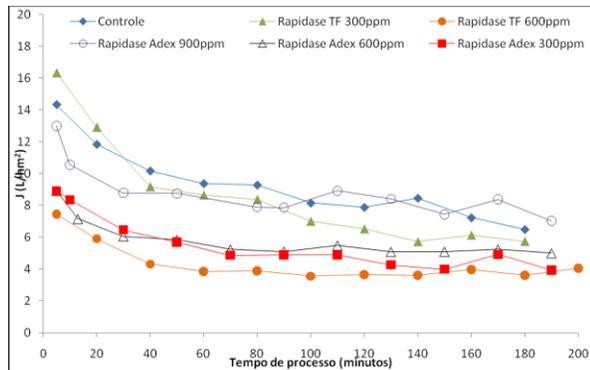


Figura 1. Comportamento do fluxo de permeado ao longo do tempo de processo de microfiltração

O processo realizado com o suco não hidrolisado apresentou fluxo médio do permeado igual a 9,1 L/h.m². O aumento da concentração da enzima Rapidase TF de 300 ppm para 600 ppm ocasionou uma diminuição no fluxo permeado de 7,6 L/h.m² para 4,7 L/h.m², representando uma diminuição de aproximadamente 62 %. Em contrapartida, o aumento da concentração da enzima Rapidase Adex G (de 300 ppm para 600 ppm) não influenciou no fluxo de permeado da microfiltração, sendo estes iguais a 5,3 L/h.m² e 5,9 L/h.m², respectivamente. Porém, o processo realizado com suco submetido a 900 ppm dessa mesma enzima apresentou fluxo médio de permeado igual a 8,2 L/h.m².

A hidrólise enzimática previamente ao processo de microfiltração é utilizada com o propósito de aumentar o fluxo do processo (Vaillant et al., 1999; Paula et al., 2004). Entretanto percebe-se que ao aplicar a enzima Rapidase TF e Adex nas concentrações estudadas os fluxos médios de permeado obtidos foram inferiores ao tratamento sem enzima (controle).

Estudo com diferentes tipos de tratamentos enzimáticos sobre o suco de maçã apontou a possibilidade da ocorrência de "fouling" de acordo com o tipo de atividade enzimática exercida pelo extrato enzimático aplicado (Yu e Lencki, 2004).

A aplicação da Rapidase TF e Adex nas concentrações aplicadas deve favorecer a ocorrência de "fouling" durante o processo de

microfiltração de suco de maracujá devido aos valores inferiores de fluxo médio em comparação ao processo sem esses extratos enzimáticos.

CONCLUSÃO

O tratamento enzimático do suco de maracujá com as enzimas Rapidase TF e Adex G nas concentrações testadas não favoreceram o aumento do fluxo médio do permeado do processo de microfiltração. Entretanto, a quantidade de carotenóides totais e atividade antioxidante do suco variaram dependendo do tipo e quantidade de enzima aplicada. Estes resultados apontam para um possível aumento do efeito de *fouling* na membrana e conseqüentemente da resistência a transferência de massa. Propõe-se a continuidade do estudo verificando comportamento reológico dessas e outras enzimas com atividade pectinolítica e celulolítica sobre o suco de maracujá.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carneiro, L.C.; Sá, I.S.; Gomes, F.S.; Matta, V.M.; Cabral, L.M.C. (2002). Cold sterilization and clarification of pineapple juice tangencial microfiltration. *Desalination*, 148: 93-98.
- Cheryan, M. (1998). *Ultrafiltration and microfiltration handbook*. Lancaster: Technomic Pub. 527p.
- Córdova, K.R.V.; Gama, T.M.M.T.B.; Winter, C.M.G.; Neto, G.K.; Freitas, R.J.S..Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa* Degener) obtida por secagem. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, 23: 221-230, 2005.
- IBGE. *Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes*. Rio de Janeiro, v. 36, p.1-93, 2009.
- Kobori CN, Jorge N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. *Ciência e Agrotecnologia*, 29: 1008 – 1014, 2005.
- Matta, V.M.; Cabral, L.M.C.; Silva, F.C.; Moretti, R.H. (2000). Rheological behavior of West Indian cherry pulp with and without enzymatic treatment. *Brazilian Journal of Food Technology*, 3: 59-64.

- Paula, B. de; Moraes, I.V.M.; Gomes, F.dos S.; Matta, V.M.da; Cabral, L.M.C. (2004). Melhoria na eficiência da clarificação de suco de maracujá pela combinação dos processo de microfiltração e enzimático. Boletim CEPPA, 22(2):311-324.
- Rufino, M.S.M.; Alves, R. E.; Brito, E. S.; Sampaio, C. G., Jimenez, J. P.; Saura-Calixto, F. D. (2007). Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical ABTS +. Comunicado Técnico (Embrapa Agroindústria Tropical).
- Sá, I.S.; Matta, V.M.; Cabral, L.M.C. (2003). Concentração de suco de abacaxi através dos processos com membranas. Brazilian Journal of Food Technology, 6:53-62.
- Vaillant, F.; Millan, P.; Brien, G.O.; Dornier, M.; Decloux, M.; Reynes, M. (1999). Crossflow microfiltration of passion fruit after partial enzymatic liquefaction. Journal of Food Engineering, 42: 215-224.
- Yu, J.; Lencki, R.W. (2004). Effect of enzyme treatments on the fouling behavior of apple juice during microfiltration. Journal of Food Engineering, 63: 413-423.
- Zeraik, M.L.; Lira, T.O.; Vieira, A.E.; Yariwake, J.H. Comparação da capacidade antioxidante do suco de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), da garapa (*Saccharum officinarum* L.) e do chá-mate (*Ilex paraguariensis*). Resumos da 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Águas de Lindóia, Brasil, 2008.